Aus der
chirurgisch. Universitäts-Klinik der Kgl. Charité
zu Berlin.
Direktor: Geh. Med.-Rat Prof. Dr. O. Hildebrand

Beitrag zur freien Knochentransplantation

INAUGURAL-DISSERTATION
ZUR
ERLANGUNG DER DOKTORWÜRDE
DER
HOHEN MEDIZINISCHEN FAKULTÄT
AN DER
KÖNIGL. FRIEDRICH-WILHELMS-UNIVERSITÄT
BERLIN
VORGELEGT VON
SALKIND JAWITSCH
AUS WITEBSK (RUSSLAND)

Tag der Promotion: 31. Juli 1914.

BERLIN 1914
DRUCK VON CARL SIEBERT'S BUCHDRUCKEREI, ELSASSERSTR. 54.

9

Gedruckt mit Genehmigung
der
Medizinischen Fakultät der Universität Berlin.
Referent: Geh. Med.-Rat Prof. Dr. Hildebrand

Meinen lieben Eltern.

Die freie Knochentransplantation ist eine relativ junge Errungenschaft der Chirurgie, und in ihrer vollen Bedeutung ist sie erst ganz vor kurzem erkannt worden. Und doch gehört sie zu den wichtigsten Hilfsmitteln der Medizin, denn wie oft steht der Chirurge, nachdem er den vorgelegenen pathologischen Prozeß glücklich überwunden hat, vor der Aufgabe, den durch die Krankheit oder den chirurgischen Eingriff geschaffenen Defekt zu beseitigen, wenigstens zu vermindern, und kann diese Aufgabe nur durch die freie Knochenplastik lösen.

Eine weit ausgiebige Quelle verschiedener Defekte geben die Erkrankungen des Stützgewebes, speziell des Knochens ab. Die Osteomyelitis, Tuberkulose, Neubildungen, Knochencysten, angeborene und erworbene Deformitäten, Pseudarthrosen, komplizierte Frakturen und viele andere Erkrankungen des Knochensystems können zu unserer Zeit nur noch durch das Messer des Chirurgen weggeschaffen werden. Dabei ist man aber oft gezwungen, größere Hohlräume zu hinterlassen oder Kontinuitätstrennungen und zuweilen verstümmelnde Operationen vorzunehmen.

Die Hohlräume heilen von selbst sehr langsam und unvollkommen und lassen sich schwer aseptisch zuhalten. Das in denselben sich anschoppende Blut ist der günstigste Boden für verschiedene Bakterien und das giftige Wundsekret kommt hier zur Stagnation und wird in größeren Mengen resorbiert. Die Behandlung solcher Höhlen war immer schwierig. Man mußte die Wunde offen lassen, tamponieren, drainieren und

oft lange warten, bis sich eine genügende Granulationsschicht ausgebildet hat. Und dennoch hinterbleibt ein Hohlraum, der die Festigkeit des Knochens oft beträchtlich herabsetzt.

Die Kontinuitätsdefekte ihrerseits führen zu Verkürzungen und dementsprechend zur verminderten Funktion der betreffenden Körperteile und machen das Verlangen nach Ersatzmaterial besonders dringend.

Schließlich können auch die Pseudarthrosen oft erst dann zur Heilung gebracht werden, wenn zwischen den angefrischten Wundflächen ein passendes Material eingeschaltet wird.

Was kann aber als passendes Material zu allen diesen Zwecken dienen?

Mit der Zeit ist nach drei Gesichtspunkten hin die Lösung der Frage versucht worden. Zum Ausgangspunkte ist, wie überhaupt in der Chirurgie, die Regenerationsfähigkeit der Gewebe genommen worden. Bekanntlich entspannt sich an der Stelle von Gewebsläsionen ein lebhafter nekrobiotischer Prozeß, der in letzter Linie den Ersatz des Verlustes erstrebt. Die gesteigerte Zelltätigkeit an der Grenze des Defektes, die sich in Anschwellung und Vermehrung der Zellen, im Auftreten von Zellteilungen, in Neubildung von Gefäßen und spezifischen Zwischensubstanzen usw. kundgibt, führt zur Gewebsneubildung, die an Stelle des verlorengegangenen Gewebes tritt. Wieviel nun vom Defekte auf diese Weise ersetzt wird, hängt wie von der Proliferationsenergie der Umgebung, so auch von den chemisch-physikalischen Eigenschaften des Milieus, in dem sich der Heilungsprozeß abspielt, ab und es ist der Gedanke naheliegend, ob man nicht durch Schaffung möglichst günstiger Bedingungen für den Ablauf des letzten seine Energie und Tragweite vermehren konnte.

Vor allen Dingen schien zweckmäßig, den bestehenden Hohlraum, der die oben genannten Gefahren immer in sich trägt, zeitweilig, bis der Regenerationsprozeß es selbst fertig bringt, zu beseitigen. Die Substanz, die zur Ausfüllung des Hohlraumes dienen sollte, mußte dabei resorbierbar sein, um

dem wuchernden Gewebe von der Umgebung allmählich den Platz räumen zu können. Man spricht deshalb von resorbierbaren Plomben.

Die resorbierbare Plombe hatte noch viele andere Aufgaben zu erfüllen. Sie sollte, wie jeder Fremdkörper, einen gewissen Reiz auf die wachsenden Zellen, worauf dieselben mit ihrer spezifischen Funktion, d. h. mit vermehrtem Wachstum, reagieren sollten, ausüben und damit regenerationsbefördernd wirken. Sie sollte auch dem im Wachstum begriffenen jungen Gewebe zu einer Art Stütze dienen, wie wir es etwa bei den Rankenpflanzen zu machen pflegen (poröses Material). Selbstverständlich mußte die Plombe auch antiseptische Eigenschaften haben, um die am Operationsfelde zurückgebliebenen, die Reparation gefährdenden Mikroorganismen zu vernichten oder in ihrer schädlichen Wirkung zu hemmen.

Auch für die Ernährung des neugebildeten Knochens ist genügend Sorge getragen worden. Man bevorzugte gewisse Substanzen, z. B. Kalk oder Knochengewebe, weil sie bei den Aufbauprozessen verwertet werden sollten, und man wollte sich überzeugt haben, daß die junge Knochenbrut an Kalk und totem Knochen am besten gedeihe.

Es wurde eine ganze Menge von den verschiedenartigsten Substanzen angegeben, je nachdem man diese oder jene Eigenschaft der Plombe zur Geltung bringen wollte. So war der antiseptische Faktor von Jodoform-Glycerin (Billrot), Jodoformgaze (Duplay und Cazin), Jodoform mit Sesamöl gemischt (v. Mosetig-Moorhof), Jodoform-Thymol (Fantino und Valan), Bismuthum subnitricum (Kocher), Salicylsäure (Schmid), Naphtalin (E. Fischer), Torfmull (Neuber), Glutol (K. Ewald), Salol (Reynier und Isch-Wall) usw. vertreten. Die Mittel für die übrigen Indikationen waren ebenfalls mannigfaltig variiert. Auf der Klinik von Schede verwendete man, dem Berichte von Kümmel nach, ein Gemisch von Glaswolle, Holzkohlenpulver und essigsaurer Tonerde, und später die sog. „Heilung unter dem blutigen Schorfe", die darin bestand, daß man die sorg-

fältig desinfizierte Höhle sich mit Blut füllen ließ und glaubte, damit die Reparation zu befördern. Dann wurden vorgeschlagen: Catgut (Gluck), Schwamm (Hamilton), entkalkte Knochenspäne (Middeldorpf), poröser Knochen, Gazetampons (Duplay), Kalk und viele andere Substanzen, die die Regeneration des Verlustes befördern sollten. Von jedem dieser Mittel hat man Erfolge, was die einzelnen Indikationen anbelangt, gesehen, ob sie auch die Energie des reparatorischen Prozesses zu vermehren imstande sind, ist schwer festzustellen.

Eine etwas gesonderte Stellung nahm die Anwendung von totem Knochenmaterial, sei es in Form von ganzen Stücken oder zerkleinert, unter den anderen Mitteln ein. Der tote Knochen sollte als Fremdkörper besser vom Organismus vertragen werden und, was hauptsächlich betont wurde, er sollte die Neubildung von Knochen aus der Umgebung besonders günstig beeinflussen. „Die zelligen Elemente des toten Knochens, meint Marchand, werden in der Hauptsache durch die knochenbildenden Zellen, die Osteoblasten, welche mit den Gefäßen in die Markräume und Havers'schen Kanäle vordringen, aufgebraucht." „Immer dringen Zellen aus der Umgebung in den Fragment ein, beschreibt Barth denselben Vorgang, die jungen Knochenschichten legen sich an die tote Knochensubstanz an, die letzte wird von allen Seiten her zurückgedrängt und durch die knochenbildenden Zellen resorbiert und ersetzt, bis es zum vollständigen Ersatz des Defektes durch neuen gefäßreichen Knochen kommt."

Die tote Knochensubstanz sollte demnach nicht bloß, wie jedes andere Plombenmaterial, zeitweilig den Defekt ersetzen, sondern direkt als Nährstoff für das heranwachsende Knochengewebe verwertet werden, indem ihre organischen Substanzen und, nach anderen, auch die Kalksalze von dem letzteren aufgenommen und verbraucht werden sollten. Sie sollte auch nicht auf dem üblichen physiologischen Wege, durch lacunäre Resorption, Riesenzellen etc. resorbiert und weggeschaffen werden, sondern von den mit knochenlösenden Eigenschaften

ausgerüsteten Osteoblasten dem jungen Knochengewebe einverleibt werden.

Auf Grund dieser Annahme ist das Knochengewebe, als Ersatzmaterial, besonders hoch eingeschätzt worden.

Trotzdem viele Nachuntersuchungen, besonders die von Axhausen, die Vorteile des toten Knochens als ganz zweifelhaft erweisen konnten, ist doch seine Bedeutung für den Ersatz von Knochendefekten immer wieder hervorgehoben und immer wieder das Wort Knochen betont worden, und es ist üblich, von In- resp. Transplantation toten Knochens zu sprechen.

Aber mit Unrecht. Denn transplantieren, überpflanzen kann man nur etwas lebendes, etwas noch wachstumfähiges, was auf dem neuen Boden sein weiteres Leben führen kann. Das aber trifft bei totem, längst abgestorbenem Gewebe nicht zu, und die „Ueberpflanzung von toten Knochen" ist deshalb eine contraditio in adjecto.

Es wäre vielleicht richtiger, auch diese Art von Defektersatz zu den resorbierbaren Plomben zu zählen und den Begriff Transplantation nur für die Verwendung von lebenden, periostgedeckten, also lebens- und produktionsfähigen Knochen zu reservieren. Nur solcher Knochen kann, wie später ausführlicher die Rede sein wird, mit dem neuen Boden verwachsen, und, wenigstens in seinen produktionsfähigen Elementen — Periost und Mark — nach der Ueberpflanzung auch weiter vom Leben genießen.

Eine andere Richtung in den Methoden des Knochenersatzes basierte auf der Tatsache, daß der lebende Organismus eine gewisse Toleranz gegen wenig aktive Fremdkörper aufweist. Die letzteren können vom Bindegewebe umwachsen oder, wie man sich gewöhnlich ausdrückt, eingekapselt werden und auf diese Weise dauernd eine Lücke im Knochengewebe ausfüllen. Außer dieser Rolle, als Ausstopfungsmaterial zu dienen, sollte diese Plombenart noch die durch den Defekt beeinträchtigte Festigkeit des Knochens wieder herzustellen vermögen, wie es etwa in der konservierenden Zahntechnik, bei allerdings ganz anderen Be-

dingungen, geübt wird. Auf das Regenerationsvermögen wird dabei selbstverständlich durchaus verzichtet und die ganze Aufmerksamkeit dem Aufsuchen einer Masse geschenkt, die, abgesehen von ihrer Keimfreiheit und der Fähigkeit, den Defekt lückenlos auszufüllen, der Resorption nicht oder nur sehr langsam verfallen sollte. Man spricht daher von unresorbierbaren Plomben.

Auf denselben Prinzipien ist die Anwendung von festen, unresorbierbaren Fremdkörpern zum Ersatz von größeren Defekten, die über die Rahmen einer einfachen Knochenhöhle ausschreiten, aufgebaut.

Die Auswahl des angebotenen Materials (Edelmetalle, Aluminium, Celluloid, Eisen, Steinkitt, Gips, Kupferamalgam, Zement, Guttapercha, Elfenbein usw.) war auch hier außerordentlich groß, die Erfahrung aber lehrte, daß, wenn diese Methode in gewissen Fällen auch geeignet sei, sie aber vollständig versagt, wenn es zur Erfüllung ihres Hauptzweckes — der Herstellung der beeinträchtigten Festigkeit — kommt. Sobald der Knochen zur stärkeren Funktion in Anspruch genommen wird, lockert sich die Verbindung zwischen dem eingesetzten Fremdkörper und den Knochen, es treten zuweilen entzündliche Prozesse auf und der Fremdkörper wird ausgestoßen. Das Anwendungsgebiet dieses Verfahrens ist deshalb ziemlich eingeengt worden. Zu erwähnen ist noch die Vergiftungsgefahr bei dieser Methode, z. B. durch den event. Bleigehalt des Fremdkörpers, wie Lewin und Küster darauf hingewiesen haben.

Aber auch die resorbierbare Plombe und das sich daran anschließende Verfahren mit toten Knochen konnten für sich nur ein ganz beschränktes Anwendungsgebiet erwerben. Denn bei diesen Verfahren kann der Ersatz des Defektes nur von den Rändern desselben, von den knochenproduzierenden Elementen des Mutterbodens hergestellt werden, und es ist doch immer fraglich, ob im gegebenen Falle die Regenerationsenergie desselben ausreichen wird, um den Defekt, wenn es sich um größere Gewebsverluste handelt, zu ersetzen.

Es gibt Fälle, wo man es von vornherein verneinen muß. Bei Amputationen wenn auch kleiner Knochen, beispielsweise eines Metatarsus oder Metacarpus, wie es in unserem Falle vorgenommen werden mußte und wo der Ersatz des Defektes begreiflicherweise nur von einer Seite her stattfinden kann, oder bei größeren Kontinuitätsresektionen, geschweige bei so ausgedehnten Operationen, wie z. B. der Ersatz von ganzen Gelenken, wie sie Lexer auf anderem, später noch zu besprechendem Wege mit glänzendem Erfolge vorgenommen hat und bei denen der Defekt von Weichteilen umgeben ist und nur von zwei Seiten her, von den Stumpfen des Mutterbodens, der Reparation zugänglich ist, scheint es doch zweifelhaft, daß das Regenerationsvermögen des Mutterbodens so weit gehen kann, um auch in solchen Fällen den verlangten Ersatz liefern zu vermögen.

Zuweilen sieht man ferner die Resorption des eingesetzten Stoffes im schnelleren Tempo verlaufen, als das Vorrücken des anwachsenden Gewebes, die Knochenstümpfe, wenn es sich z. B. um Kontinuitätsdefekte handelt, verlieren ihre Stütze und sinken zusammen, und es stellt sich oft erst nach vielen Monaten derselbe Zustand, wie vor der Operation, ein.

Schließlich ist man bei dieser Methode immer auf die Toleranz des Organismus gegen Fremdkörper angewiesen. Die Erfahrung aber lehrt, daß dieselbe wenig zuverlässig ist und oft hat man mit langwierigen Eiterungen und Ausstoßungen der Plomben zu kämpfen. Im allgemeinen hat man gute Resultate nur bei verhältnismäßig kleinen Defekten zu verzeichnen.

Die Regenerationsenergie des Mutterbodens für sich ist für viele Fälle offenbar ganz unzureichend und wenig zuverlässig.

Kann man dann aber nicht neue Kräfte zum Ersatz des Defektes heranziehen, eine weitere Quelle von Knochenbildung anstelle der Läsion in Kraft setzen, um an den Ersatz des Defektes von mehreren Stellen heranzugehen und nicht auf den Mutterboden allein angewiesen zu sein.

Als Quelle von Knochenneubildung kann aber nur ein Ge-

webe in Betracht kommen, welches erstens von der Natur aus mit knochenproduzierenden Eigenschaften ausgerüstet ist, wie z. B. Periost und Mark, zweitens dem Körper biologisch verwandt ist, und drittens wenigstens bei der Ueberpflanzung noch lebend ist, denn dann erst ist die Möglichkeit gegeben, daß es auf dem neuen Boden einheilt, weiter wächst und selbständig, aktiv, durch eigene Zelltätigkeit neuen Knochen liefert.

Alle diese Eigenschaften vereinigt die dritte Richtung in den Methoden des Defektersatzes — das Verfahren mit Knochentransplantation im wahrsten Sinne des Wortes, d. h. die Auto- resp. Homoplastik von lebenden, periostgedeckten Knochen.

Ueber vereinzelte Versuche mit Knochenverpflanzung wird auch von früheren Seiten her berichtet, die eigentliche Lehre aber von Knochentransplantation, experimental wohl begründet und in ihrer praktischen Bedeutung richtig erkannt, ist erst von Ollier in den 70 er Jahren des vorigen Jahrhunderts aufgestellt worden.

Später wurde die Beweiskraft der Ollierschen Versuche von Barth und anderen heftig bestritten, die Lehre Olliers galt längere Zeit, wenigstens theoretisch, als widerlegt, bis sie schließlich von Axhausen eingehender studiert wurde und wieder aufgenommen, neu begründet und definiert, wieder die Gunst der Chirurgen für sich gewonnen hat.

Man spricht von Transplantation aus Analogie mit den entsprechenden Vorgängen in der Pflanzenwelt. Während aber letztere schon von altersher wohl bekannt waren, ist die Wahrnehmung, daß die ungleich mehr empfindlichen tierischen Gewebe auch, allerdings in ganz beschränktem Maße, überpflanzt werden können, eine Errungenschaft der letzten Jahrhunderte.

Der erste Forscher, der der Frage der Knochentransplantation besondere Aufmerksamkeit schenkte und ihr näher experimentell nachgegangen ist, war Ollier.

Ollier nahm eine vollständige Revision der zu seiner Zeit

verbreiteten, meist wenig begründeten, teils mystischen Anschauungen über das normale und pathologische Leben des Knochengewebes, über die Bedeutung einzelner Knochenelemente — Periost, Mark, Knochensubstanz selbst — für die Ernährung, Wachstum, Regeneration und Bekämpfung pathologischer Prozesse im Knochen, über die Wirkung von Reizen auf den Ablauf dieser biologischen Prozesse, über das Schicksal von ihrer Kontinuität abgetrennter Knochenteile usw. vor, um gewisse Anhaltspunkte für die betreffenden Gebiete der Chirurgie zu gewinnen.

Durch eine ganze Reihe klassischer Versuche an verschiedenen Tieren und in allen möglichen Kombinationen hat Ollier zuerst sicher festgestellt, daß der Knochen nur vom Periost und Mark neugebildet wird, während die Knochensubstanz selbst, d. h. diejenige Substanz, die dem Knochen seine Festigkeit verleiht und mikroskopisch durch sternförmige Zellen mit einem durch gewisse Farbstoffe nachweisbaren Kern charakterisiert ist, vollständig inaktiv und nicht regenerationsfähig ist.

Die Knochensubstanz ist deshalb zur Deckung ihrer Verluste bei den physiologischen Abbauprozessen und bei pathologischen Vorgängen immer auf Periost und Mark angewiesen.

Das Periost regeneriert sich verhältnismäßig schnell und verträgt die Ueberpflanzung überraschend gut, d. h. es bleibt lebend, paßt sich leicht an das neue Milieu, wenn es nur homologe Ernährungsverhältnisse darbietet, an, und seine Zellen behalten ihre knochenerzeugenden Eigenschaften. Von dieser wichtigen, man kann wohl sagen, grundlegenden Tatsache konnte sich Ollier überzeugen, indem er Periostlappen bildete und sie in benachbarte oder entfernte Weichteile verlagerte. In einer Versuchsserie ließ er den Lappen am Knochen mit einer Seite hängen, in der zweiten trennte er diese Verbindung nach 3—4 Tagen ab, in der dritten Serie bildete er von vornherein freie Lappen, und in allen Versuchen gelang es ihm, Knochenneubildung zu konstatieren, wenn der Lappen in die Weichteile desselben Tieres oder eines anderen Tieres

derselben Spezies verpflanzt wurde. Einmal erhielt er sogar Verknöcherung eines 25 Stunden nach dem Tode beim Kaninchen entnommenen Perioslappens, woraus nur der Schluß gezogen werden konnte, daß „die Elemente des Periostes ihre charakteristische Vitalität, trotz dem Stillstand der Hauptfunktionen des Organismus — der Zirkulation und Innervation — erhalten."(1)

Das Mark, welches seine Domäne nicht nur im Markkanal allein, sondern auch in den Haversschen Kanälen hat und die Knochensubstanz ganz durchdringt, regeneriert sich ebenfalls sehr schnell und seine knochenerzeugende Funktion, die normal wenig ausgesprochen ist, wird bei gewissen Reizen besonders lebhaft und ausgeprägt.

Ueber die Knochensubstanz (im engeren Sinne des Wortes) selbst experimentierte Ollier, indem er Periost und Mark entfernte und den Knochen an Ort und Stelle ließ oder in andere Körperregionen übertrug. Die Versuche ergaben nun, daß die Knochensubstanz völlig regenerationsunfähig, wahrscheinlich infolge der Starrheit ihrer Zwischensubstanz, ist, und daß sie in ihrer Zirkulation viel von den sie umgebenden weichen Geweben, speziell von Mark und Periost, abhängig sei. „Die Knochensubstanz im eigentlichen Sinne des Wortes hat sehr zahlreiche Capillaren, aber keine Gefäße. Die gleichzeitige Zerstörung des Periostes und Markes setzt, infolge der Ausschaltung ihrer Zufuhr, die Zirkulation in den Capillaren in schwere Gefahr."(1)

Die Zirkulationsstörung für sich bringt noch nicht die Knochensubstanz zum Absterben, wenn sie nur vorübergehend ist und die Möglichkeit der Wiederherstellung derselben nicht verlorengegangen ist, z. B. durch Infektion. „Beraubt man den Knochen seines Periostes und Markes, so ist er dadurch noch nicht unbedingt der Nekrose verurteilt, wenn er an der Stelle gelassen wird und seine Verbindung mit den Geweben, die ihn mit Gefäßen versorgen können, d. h. mit denjenigen Abschnitten, die ihres Periostes und Markes nicht beraubt sind, aufrecht erhält." (1) Ferner meint Ollier, „ist die Zerstörung

von Gefäßen lange nicht von solcher Wichtigkeit (für die Knochensubstanz), wie es lange Zeit angenommen wurde. Wir haben die ernährenden Gefäße zerstört und die Vitalität des Knochens hat dadurch nicht gelitten; wir haben gleichzeitig oder einzeln das Periost und Mark weggenommen und der Knochen hat weiter gelebt. Die Zirkulation stellt sich schnell wieder ein, wenn der Knochen nicht entzündet ist, wenn die Kapillaren nicht alteriert sind. Die Entzündung ist die eigentliche Ursache der Nekrose. Sie bewirkt die Verstopfung der Kapillaren und verhindert das Zustandekommen der Zirkulation.“ (2)

Die Knochensubstanz soll noch in einer Beziehung bei der Transplantation vom Periost und Mark abhängig sein. Sie sei unfähig, selbständig in Gefäßverbindung mit der Umgebung zu treten und bedarf dazu der Vermittelung der genannten weichen Bestandteile, die diese Fähigkeit in hohem Maße besitzen. „Ohne Periost und Mark kann die Knochensubstanz nicht überpflanzt werden; sie spielt dann nur die Rolle eines Fremdkörpers und zieht sich keine Gefäßverbindung zu.“ (1) „Je mehr der Knochenlappen von seinen weichen Bestandteilen — Periost und Mark — eingehüllt bleibt, desto mehr Chancen hat er, sich Gefäßverbindungen anzuziehen und leben zu bleiben.“.

Außer der Gefäßversorgung vermittelt das Periost das Verwachsen des transplantierten Knochens mit der Umgebung. Durch den mit der Ueberpflanzung verbundenen Reiz gerät das Periost in gesteigerte Proliferationstätigkeit. Seine Zellen wuchern lebhaft und es werden beträchtliche Massen von Knochensubstanz neugebildet. Diese verwachsen nun mit den korrespondierenden neugebildeten Massen des neuen Bodens und bewirken damit die Verlötung des überpflanzten Knochens mit demselben.

Ollier legte großes Gewicht auf diese Rolle des Periostes und betonte es mehrmals. „Die Knochensubstanz im eigentlichen Sinne des Wortes ist inaktiv; vom Periost, das sie umhüllt, und vom Mark, welches sie enthält, beraubt, kann sie

nicht einwachsen.“ (1) „Das Periost spielt die Hauptrolle bei der Knochentransplantation, man kann sogar sagen, daß nur unter seiner Vermittlung die Verwachsung zustande kommt.“

Das Periost hat ferner die Bedeutung, daß im Falle, wenn die Knochensubstanz zugrunde geht, es dieselbe ersetzen konnte. „Bei der Ueberpflanzung eines mit Periost und Mark versehenen Knochens kann manchmal passieren, daß das Periost allein sich „pfropft“; der knöcherne Zylinder nekrotisiert, löst sich ab, wird abgestoßen und man findet nun an der Stelle der Transplantation nur die verknöcherte Periostscheide.“ (2) „Im Falle, wo der Knochen nekrotisch wird, kann das Periost weiter leben und neue Schichten auf der Oberfläche des Knochens auflagern. Nach Ausstoßung der alten nekrotischen Partie können die subperiostalen Neubildungen sie bis zu einem gewissen Grade ersetzen.“

Alle diese Ausführungen Olliers beziehen sich nur auf Ueberpflanzung von Knochen bei demselben Individuum (Autoplastik) und, weniger sicher, im Bereiche von Individuen derselben Spezies (Homoplastik). Dagegen die Heteroplastik, d. h. die Transplantation zwischen Individuen verschiedener Tierarten, ist gänzlich ohne Erfolg. „Wir haben in mehr als 60 Versuchen Periostlappen unter Tieren verschiedener Art ausgetauscht, schreibt Ollier, und waren nur einmal beglückt, ein kleines Körnchen Knochen zu erhalten.“ (1) Noch ungünstiger liegen die Verhältnisse bei der Knochensubstanz selbst. „Wir haben, berichtet weiter Ollier, zahlreiche Austauschversuche unter Tieren verschiedener Art ausgeführt und es hat uns nie geglückt. Der überpflanzte Knochen konnte mehr oder weniger lange der Resorption widerstehen, aber immer fing er an, zu verschwinden, wenn er nicht vorher schon abscedierte.“ (2)

Der Knochen bedarf augenscheinlich zur Erhaltung seines Lebens einer bestimmten, in den Grenzen einer Tierspezies „spezifischen“ Zusammensetzung der ernährenden Substanzen. Jedenfalls weist das unausbleibliche Verschwinden des Knochens bei der Heteroplastik auf das Ueberwiegen der

resorptiven Wirkung des fremdartigen Milieus vor der nutritiven.

Auf Grund seiner zahlreichen Versuche kam Ollier zu der Ueberzeugung, daß der Knochen gut genug zur Ueberpflanzung geeignet ist. Der möglichst schonend transplantierte Knochen braucht nicht durch den Eingriff wesentlich alteriert zu werden. Seine ewig jungen Elemente — das Periost und Mark — besitzen eine ausgesprochen gute Widerstandsfähigkeit gegen die mit der Transplantation verbundenen Schädlichkeiten und passen sich leicht an die neuen Lebensbedingungen an; die Knochensubstanz selbst ist zwar mehr empfindlich, verträgt doch aber befriedigend genug den Milieuwechsel und bleibt im großen und ganzen am Leben erhalten. Das ganze wächst ein an der Ueberpflanzungsstelle, aquiriert Gefäßverbindungen und wird zum untrennbaren Teil der neuen Heimat. Vorausgesetzt ist dabei, daß der Knochen bei der Ueberpflanzung noch lebend und im Besitze seines Periostes und womöglich auch Markes, die das Einwachsen und Gefäßverbindung vermitteln sollten, sei und demselben Individuum oder einem Individuum derselben Tierstufe verpflanzt wird, oder, mit anderen Worten, für die Transplantation kommt nach Ollier nur die Autoplastik, eventuell auch Homoplastik, und nur mit lebenden, periostgedeckten Knochen in Betracht.

Die Lehre Olliers wurde mit großem, ganz berechtigtem Interesse aufgenommen und gab Anlaß zu weiteren Forschungen, die ihr weitere Unterstützungen schufen. Bald aber fingen auch Zweifel in ihre Richtigkeit aufzutauchen an, nämlich die Beweise für das Weiterleben des überpflanzten Knochens schienen nicht zwingend genug zu sein.

Ollier schloß auf die Erhaltung der Vitalität in dem fraglichen Knochen aus folgenden drei Tatsachen: „aus der Vascularisation des überpflanzten Knochens, aus der Bildung von neuen Knochenschichten an dessen Peripherie, d. h. aus dem Fortdauern seines Dickenwachstums und aus der Tendenz, abgestorbene Teile zu demarkieren und als Sequester auszustoßen, woraus der Rüchschluß gezogen werden konnte, daß, sobald der überpflanzte Knochen nicht ausgestoßen wird und

vom umgebenden Knochen sich nicht unterscheidet, er als lebend eingeheilt betrachtet werden muß."

Andererseits ist die Sequesterbildung eine Reaktion des lebenden Gewebes und die Demarkationsgrenze fällt deshalb mit der Grenze zwischen lebenden und toten zusammen. Nun konnte aber Ollier gelegentlich, bei Abstoßung eines Teiles des überpflanzten Knochens, beobachten, daß die Demarkationsgrenze im Innern des Fragmentes lag, woraus zu eruieren war, daß der Abschnitt desselben, der sich vom abgestorbenen Teile zu demarkieren vermag, auch lebend sein mußte.

Von den genannten Beobachtungen nahm Ollier die Beweiskraft der Vaskularisation nur mit einer gewissen Reserve an, denn, man „muß unterscheiden können die eigentlichen Gefäße des Gewebes von den Gefäßbündeln, die ihm die benachbarten Gewebe zuführen. Der nekrotische Sequester z. B. kann von Gefäßen durchsetzt sein, aber die Gefäße gehören ihm eigentlich nicht." Der Unterschied ist bloß, daß „der Sequester weiß, geblich oder grau ist, während das lebende knöcherne Gewebe Rosafarbe hat und dieselbe behält, wenn man sogar das Mark abschabt und es unter dem Wasserstrahl auswäscht."

Trotz dem eben angegebenen Verfahren, um zwischen den eigenen und fremden Gefäßen zu unterscheiden, scheint doch die Vaskularisation als Kriterium etwas minderwertig zu sein. Außerdem „findet man Gefäße auch in Fällen, wo die „Pfropfung" nur zeitweilig auftritt und später verschwindet. Die Gefäße sichern nicht dabei die Vitalität des Lappens und beschleunigen nur die Resorption", d. h. man kann sich aus der Vaskularisation auch kein Urteil über das weitere Schicksal des überpflanzten Knochens bilden. Aus diesen Erwägungen kommt schließlich Ollier zur Folgerung: „legen wir weniger Wert auf die Vaskularisation des Knochens, als auf die Neubildung von Knochensubstanz unter dem Periost oder um das Mark. Die Bildung von Osteoblasten ist das sicherste Zeichen der Aktivität des überpflanzten Knochens; sie ist nicht nur ein Zeichen der Widerstandsfähigkeit des Knochens gegen

Zerstörung, sondern auch der progressiven Entwickelung anatomischer Elemente.“ In den meisten seiner gelungenen Versuche fand Ollier in der Wirklichkeit eine Dickenzunahme des überpflanzten Knochens und schloß daraus auf das Leben desselben hin.

Das Wachstum aber ist eine Funktion des wachsenden Gewebes, speziell im Knochen des Periostes und Markes. Ueber die Knochensubstanz im eigentlichen Sinne des Wortes kann es dagegen keinen Aufschluß geben, denn dieselbe ist inaktiv und beteiligt sich nicht direkt im Wachstumsprozeß. Ollier allerdings interessierte sich viel weniger mit dem Schicksal der überpflanzten Knochensubstanz selbst, als mit der des gesamten Knochens und konnte nicht immer die einzelnen Bestandteile des Knochens streng auseinander halten. Besonders das Mark, welches nach Ollier alle Lücken der Knochensubstanz und die größeren Haversschen Kanäle ausfüllt und bei jedem Reize in lebhafte Proliferationstätigkeit zu geraten geneigt ist, war bei seinen Versuchen schwer zu eliminieren. „Die Knochensubstanz kann gar nicht ohne die Markzellen, die sie in den Haversschen Kanälen enthält, studiert werden. Schließlich verdankt sie eben diesen Elementen den größten Teil ihrer Aktivität, was u. a. daraus zu eruieren ist, daß die kompakte Substanz, welche keine Markzellen in diesen Kanälen beherbergt, auch nur eine ganz schwache und sehr undeutliche Vitalität besitzt.“ (1) Es ist deshalb begreiflich, wenn Ollier den Knochen immer als etwas Ganzes auffassend und das meiste Interesse seinen aktiven Elementen abgebend, die Beweiskraft des Dickenwachstums so hoch einschätzt.

Will man aber ganz exakt vorgehen und über die Vorgänge bei der Knochentransplantation ein möglichst richtiges Urteil gewinnen, so muß man jeden Bestandteil des überpflanzten Gewebes für sich prüfen und auch andere Mittel zur Bestimmung der Vitalität, außer der angeführten teils strittigen, teils nicht ausreichenden, in den Kreis der Beweise einführen.

Ein solches Mittel war die von Wolff verwendete Krapffütterung. Bekanntlich tritt bei wachsenden Tieren, die man

mit Krapf dauernd ernährt, eine Rotfärbung des in der Zeit der Fütterung neu anwachsenden Knochengewebes ein und dadurch kann man Aufschluß gewinnen, ob der gegebene Knochen lebend ist und wächst.

Das souveräne, wohl auch einzig richtige Mittel ist aber die mikroskopische Untersuchung. Die lebenden Knochenzellen weisen normale Struktur und gute Tinktionsfähigkeit ihrer Kerne mit gewissen Farbstoffen auf. Es wurde von manchen Autoren (David, Schuchardt) zwar angezweifelt, daß das umgekehrte, d. h. die herabgesetzte resp. aufgehobene Färbbarkeit mit dem Tode der Zelle identisch sei, im allgemeinen aber ist der Satz gültig, wonach als lebend nur dasjenige Gewebe zu betrachten sei, dessen nutritive Zentren — die Zellen — das normale Verhalten darbieten.

Ollier versäumte, die mikroskopische Untersuchung zur Begründung seiner Lehre heranzuziehen, obwohl er deren Bedeutung ganz bewußt war, und daran ist die schwache, den Angriffen leicht zugängliche Seite derselben.

Wenn nun Barth eine Revision der Ollierschen Anschauungen mit dem Mikroskope und entsprechenden Färbemethoden unternahm, so konnte er bald die überraschende Tatsache feststellen, daß in allen Versuchen, mögen sie auch auf die sorgfältigste Weise ausgeführt worden sein, die Knochensubstanz selbst, früher oder später, durchweg abgestorben war.

Selbst das Periost, dessen Anpassungsvermögen und eminente Widerstandsfähigkeit gegen vorübergehende abnorme Lebensbedingungen Ollier wiederholt hervorgehoben hat, sterbe vollständig ab, allerdings nicht mit derselben Regelmäßigkeit wie die Knochensubstanz selbst, wohl aber häufig genug, um seinen Wert bei der Transplantation beinahe zu annullieren.

Es konnte dieses die Folge der viel zu großen, mit der Ueberpflanzung nicht zu vereinbarenden Empfindlichkeit des Knochens gegen äußere Schädlichkeiten sein, und in der Tat fand Barth, daß auch unter milderen Umständen als bei der

Knochentransplantation der Knochen regelmäßig absterbe. „Der Trepanationsrand z. B. ist ausnahmslos auf eine gewisse Entfernung nekrotisch. Dasselbe ist auch in gestielten Lappen der Fall. Das beweist, meint Barth, die Empfindlichkeit des Knochens gegen auch vorübergehende Anämien" und schließt die Möglichkeit der Erhaltung der Vitalität bei größeren Eingriffen ganz aus.

Ollier operierte offenbar mit unbrauchbaren Kriterien über das lebende Gewebe, wenn er das Gegensätzliche behauptet. Gerade das wichtigste, von ihm als unbestreitbar bezeichnete Kriterium — die Dickenzunahme — sollte, nach Barth, ja gar nicht beweisend sein, denn sie komme nicht durch die eigene Zelltätigkeit des überpflanzten Knochens, nicht speziell durch die seines Periostes zustande, sondern ist die Folge von Verschiebung des periostischen Callus vom Rande des Knochens, in welchem die Ueberpflanzung stattgefunden hat, des sog. Mutterbodens, auf das eingesetzte Fragment her. Diese Annahme wird noch dadurch bestätigt, daß man die makroskopische Auftreibung des einverleibten Stückes auch bei Uebertragung von toten Knochen, wo jede Aktivität des Fragmentes von vornherein auszuschließen ist, beobachten kann.

Der Vaskularisation wird jedenfalls jede Beweiskraft abgesprochen. Außer den Gründen, die Ollier selbst zugegeben hat, wird noch angeführt, daß auch totes Material, wie jeder andere poröse Fremdkörper, von Granulationsgewebe durchwachsen wird und so den Eindruck der Vaskularisation macht.

Schließlich ist auch das Ausbleiben der Sequesterbildung und Ausstoßung einerseits, und andererseits die gelegentlich beobachtete Sequesterbildung im Inneren des Fragmentes nicht in dem Sinne, wie Ollier es dachte, zu verwerten, denn die Sequestrierung ist nicht die Folge des Absterbens für sich, sondern ist der Ausdruck einer lokalisierten Entzündung. Die Demarkationsgrenze liegt an der Stelle, wo die Entzündung sich etabliert hat und kann von dem den toten Knochen durchwachsenden Granulationsgewebe ebenso gut geschaffen werden, wie vom lebenden Knochen selbst.

Kurz, Ollier habe seine Anschauungen wenig begründet. Der lebend überpflanzte Knochen kann am Leben nicht weiter erhalten werden. Er stirbt unbedingt ab und wird allmählich resorbiert, ohne sich im reparatorischen Prozesse aktiv beteiligt zu haben. Er leistet nicht mehr als ein von vornherein toter Knochen oder jeder andere Fremdkörper, hat keinen Vorzug vor den letzteren, und die Knochentransplantation im eigentlichen Sinne des Wortes hatte keine Indikationen für sich.

Das Hauptgewicht wurde bei Ersatz von Defekten auf die reparatorische Tätigkeit des Mutterbodens gelegt und der letzte wurde als die einzige Quelle des ersten angesehen.

Die Lehre Barths über die prinzipielle Gleichwertigkeit des lebend entnommenen, periostgedeckten Knochens mit den toten Ersatzmaterialien hatte für sich viel empfindlichere und exaktere Untersuchungsmethoden im Vergleich zu den relativ groben Mitteln Olliers und wurde mit allen ihren Konsequenzen allgemein als richtig anerkannt.

Es blühten die verschiedenen Methoden der resorbierbaren und unresorbierbaren Plomben auf, und die ganze Aufmerksamkeit der Fachmänner wurde dem Suchen nach einem geeigneten Plombenmaterial gewidmet. Von besonders gutem Ruf war die von Barths Schule gepriesene Verwendung von toten Knochen. Viele Chirurgen wandten den letzteren beim Menschen an und bekamen verhältnismäßig gute Resultate, wenn man allerdings von den oft langwierigen Eiterungen und langsamem Verlauf der Heilung absieht. Mac Gill, Marshall, v. Jaksch, Kottier, Scherwood, Ricart, Tillmanns und viele andere berichteten über mit Erfolg ausgeführten Ersatz von Knochendefekten durch entsprechende Fragmente vom Kaninchen, Kalb, Hund, Gans etc.

Meist handelte es sich dabei um kleine Defekte. Bei größeren dagegen haben doch die Chirurgen, von ihrem praktischen Instinkt geführt, meist zu lebendem, wenigstens periostgedecktem Knochen und zu den gestielten Knochen-Periost-Lappen ihre Zuflucht genommen.

Der allgemeine Eindruck, der sich aus dem Vergleich der

Ergebnisse bei lebenden, periostgedeckten, mit denen bei toten Knochen resultierte, war der, daß dem ersteren kürzere Dauer der Heilung, größere Sicherheit derselben, günstigeres postoperatives Verhalten und größeres Anwendungsgebiet zukommen.

Daneben häuften sich die experimentellen Erfahrungen, die die hohe, zu Transplantationszwecken vollständig ausreichende Vitalität des Periostes, im Gegensatz zu den Behauptungen Barths, ausreichend bewiesen haben.

Cohnheim und Maas führten bei Kaninchen und Hunden Periststücke in die Vena jugularis, Radzymowsky bei denselben Tieren in die Weichteile, Bonomé verpflanzte das Periost von weißen Ratten zwischen die Rückenmuskeln anderer Tiere, Sultan veröffentlichte eine ganze Reihe von Versuchen an Hunden, Grohé experimentierte mit bis 100 Stunde nach dem Tode entnommenen Periostlappen usw., und alle konnten über das Weiterleben des Periostes und regelmäßiger Knochenneubildung in den überpflanzten Periostlappen berichten.

Dagegen hat sich das regelmäßige Absterben der Knochensubstanz selbst auch von den späteren Untersuchungen bestätigen lassen. Allein, das Absterben verläuft nicht so prompt, wie es angenommen wurde. Nach Fischoeder, Valan, Möller ist die Ausdehnung der mit guterhaltenen Knochenkörperchen ausgestatteten Zone vom Alter des Tieres und Dicke des Knochens abhängig. Auch Tomito nahm an, daß der Knochen dauernd teilweise am Leben erhalten werden kann. Nach Sultan sollte es auf den Einfluß des Periostes zurückzuführen sein. Er empfiehlt sogar, toten Knochen im Periost einzuhüllen, um ihn vor schneller Resorption zu schützen und auch teilweise zu ersetzen.

Wir sehen die Anschauungen über die Bedeutung der Knochentransplantation im richtigen Sinne des Wortes und über die Rolle des Periostes immer mehr denen von Ollier sich nähern. Man fühlte, daß vieles in den Annahmen Barths nicht stimme, man konnte aber über seine Fehlerquellen und über

das, was von beiden sich widersprechenden Lehren richtig ist, nicht recht ins klare kommen. Es war eine durchgreifende, systematische Untersuchung auf diesem Gebiete dringend nötig, um Klarheit zu schaffen, und das hat erst Axhausen am Ende des letzten Dezenniums vollkommen ausreichend erbracht.

Axhausen stellte im Mittelpunkte seiner Nachprüfungen das Schicksal und Bedeutung des Periostes hin. Und gerade in diesem wichtigen, für die Frage der Knochentransplantation ausschlaggebenden Punkte hat Barth seine Anschauungen wenig begründet. Er hat wenig aufs Periost geachtet, wenig mikroskopische Untersuchungen desselben vorgenommen, hat nicht schonend genug mit ihm hantiert. Schon die Anordnung der Versuche allein konnte ihm keinen richtigen Aufschluß geben: er experimentierte entweder am Schädel oder an kleinen, wandständig resezierten Fragmenten mit reichlichem Ersatzmaterial in der Umgebung. Am ersteren ist das Periost zart, seine knochenproduzierenden Eigenschaften gering und es wird noch dazu durch die Entnahme mit dem Trepan stark geschädigt, wie es Axhausen u. a. experimentell nachgewiesen hatte. Im zweiten vollzieht sich das Absterben schneller und der Ersatz von der Umgebung ist so reichlich, daß die Bedeutung des eigenen Periostes des Fragmentes vor dem des Mutterbodens zurücktritt.

Dazu war noch Barth geneigt, alles von Leben und Neubildung am Periost des Fragmentes von der Umgebung zuzuschreiben; ohne aber Maßnahmen getroffen zu haben, die beiden Periostarten in seinen Experimenten streng auseinander zu halten.

Das alles machte die Angaben Barths über das immer wiederkehrende Absterben des Periostes zu wenig zuverlässig und kann viel mehr auf Mangel an Technik und unzureichende Achtung des Periostes, als auf die Unfähigkeit desselben, nach der Ueberpflanzung weiter zu leben, zurückzuführen sein.

Axhausen dagegen schenkte, wie gesagt, besonders viel Aufmerksamkeit den wachstumsfähigen Elementen des

Knochens — dem Periosteund Marke —, ihrem Schicksal bei der Transplantation, ihrem Einfluß auf den Verlauf der Einheilung usw.

Axhausen stellte bis ca. 150 Versuche an Ratten (33), Kaninchen (45), Hunden (50) an, überpflanzte Knochenstücke von einer Tierspezies auf die andere, zog, was besonders beachtenswert ist, die Befunde am Menschen zu, experimentierte in verschiedenen Körperregionen und an Tieren in verschiedenem Alter, um von dem Einfluß der Tierspezies, Alter und topischen Momenten abstrahieren zu können und allgemeine Gesichtspunkte über die Knochentransplantation zu gewinnen.

Es wurden Parallelreihen von Versuchen angeordnet, bei denen „einmal Periost und Mark, das andere Mal nur das Mark — durch Abkratzen des Periostes — und ein drittes Mal nichts vom Periost und Mark — durch Auskochen des periostlosen Stückes — erhalten blieb." Daneben sind auch Versuche mit macerierten, sterilisierten Knochenstückchen ausgeführt worden.

Besonders viel wurde darauf geachtet, die Leistung des überpflanzten Periostes von der des Mutterbodens genügend auseinander zu halten und die Verwirrung in der Beurteilung der Befunde, welche durch Ueberwachsen des Periostes von der Umgebung so oft entsteht, gänzlich auszuschließen. Es wurde deshalb das Nachbarperiost des Mutterbodens in weitem Umkreise entfernt, die Tiere wurden relativ früh, nach 10—30 Tagen, getötet, und eine ganze Reihe von Implantation der Knochenstücke in indifferente Weichteile, wo also jede Neubildung nur dem eigenen Periosteuzuzuschreiben ist, vorgenommen.

Ueber die Rolle, die der Anreiz, der durch die mechanische Inanspruchnahme des Gliedes gesetzt wird, bei der Einheilung und Dauerleben des implantierten Knochens spielt und über das Verhalten der umliegenden Weichteile zum Knochen konnte die zuerst von Axhausen im Experiment eingeführte plastische Deckung zirkulärer Kontinuitätsdefekte größerer

Ausdehnung Aufschluß geben. Diese Art von Operationen ist noch von weiterer Bedeutung, weil sie hauptsächlich am Menschen ausgeführt wird.

Ferner wurde noch am Knochenmark und mit Knochen frisch getöteter Tiere experimentiert. Die meisten Präparate wurden dann in Serien geschnitten, nach den entsprechenden Färbemethoden behandelt und auf das Verhalten der verschiedenen Experimente mikroskopisch genau untersucht.

Was haben nun die mühevollen, erschöpfenden Untersuchungen Axhausens ergeben?

Die Befunde Barths sind nur in einem Punkte als richtig erkannt worden, nämlich, daß das Knochengewebe selber bei der Überpflanzung immer abstirbt. Allein, das Absterben schreitet nur allmählich weiter fort, und am längsten bleibt der dem Periosteanliegende Knochen am Leben erhalten. Auch die Substitution erfolgt rascher, als beim macerierten Knochen.

In allem Übrigen haben die Untersuchungen Axhausens die Angaben Olliers, wenigstens in ihrem wichtigsten Teile vollständig bestätigt und in demselben Sinne erweitert.

Das Periost hat eine ausgesprochen hohe Vitalität, d. h. die Fähigkeit, längere Zeit ohne Anschluß an die Blutzirkulation lebend zu bleiben, erhält auch regelmäßig bei der Überpflanzung sein Leben und proliferiert ein umfangreiches Callusgewebe, welches mit der Zeit den abgestorbenen und infolge der Resorption einschmelzenden knöchernen Zylinder ganz ersetzt.

Das Periost bewirkt ferner die schnelle, innige Einheilung des Transplantates in den Mutterboden, indem es rasch die organische Verbindung mit den Weichteilen herstellt und, durch Beförderung der Resorption und nachfolgende Knochenapposition, die enge Verschmelzung der knöchernen Bestandteile des Fragmentes und des Mutterbodens in relativ kurzer Zeit bewirkt.

Das Periost trägt auch viel zur festen Verlötung des

replantierten Stückes mit dem Lager bei, da das neugebildete Knochengewebe als vorzüglicher Knochenkitt dient.

Die wichtigste Rolle des Periostes ist aber die Beteiligung im reparatorischen Prozesse, wie lautet: »Als Quelle der resorbierenden und apponierenden Kräfte, die den Ersatz bewirken in erster Linie und ganz vorwiegend das implantierte, lebengebliebene und intensiv produzierende Periost angesehen werden muß.«

Auch das Mark bewährt seine Lebens- und Produktionsfähigkeit an Stellen, die mit den umgebenden Weichteilen in Berührung kommen. Es nekrotisiert zwar leicht, es regeneriert sich aber auch verhältnismäßig sehr schnell und beteiligt sich dann eifrig in der Neubildung von Knochengewebe, was u. a. aus der radiären Ausbreitung der Apposition zu schließen war.

Was Axhausen auch weiter von den Angaben Olliers bestätigte und betonte, ist die Überlegenheit der Autoplastik und, weniger, der Homoplastik vor der Heteroplastik. Bei der Übertragung periostgedeckter Stücke von einer Tierspezies auf die andere konnte Axhausen feststellen, daß »die Tätigkeit des Periostes und Markes fast Null ist«, »das Vordringen des ernährenden Keimgewebes aus der Umgebung gegen das implantierte Periost erheblich verzögert ist und dasselbe eine produktive Tätigkeit der spezifischen Zellen nicht herbeizuführen vermag, sei es, daß diese tot sind, sei es, daß das Keimgewebe nicht die zu ihrer Proliferation nötigen Stoffe heranzubringen vermag«. Die wichtigsten Faktoren der Transplantation — das Periost und Mark — fallen also bei der Heteroplastik weg.

Kurz, Axhausen kommt zu denselben Schlüssen, wie Ollier, und selbst die Überlegenheit der Autoplastik von lebenden, periostgedeckten Knochen von jedem anderen Mittel des Knochenersatzes außer jedem Zweifel.

Und doch ist zwischen den Vorstellungen beider genannter Forscher ein ganz erheblicher Unterschied. Die Differenz erstreckt sich, abgesehen von der Verschiedenheit in den An-

schauungen über das Schicksal des Knochengewebes selber hauptsächlich in der Beurteilung der Rolle des Periostes und des Sinnes der Transplantation. Für Ollier spielt das Periost obwohl eine wichtige immer doch nur eine untergeordnete Rolle, die Rolle eines Vermittlers und nicht eines selbständigen Faktors. Axhausen dagegen erkennt zwar die große Bedeutung, die der Vermittelung des Periostes zum raschen und festen Verwachsen des Transplantates zukommt, er stellt aber in erster Linie die Beteiligung des Periostes im reparatorischen Prozesse, die Schaffung neuer Bildungsstätte von Knochensubstanz, um an den Ersatz des Defektes von mehreren Seiten her — von den knochenerzeugenden Elementen des Mutterbodens, vom Periost und Mark des Transplantates — herantreten zu können. Dadurch wird die Heilungsdauer bedeutend abgekürzt, der Ersatz gesichert und, was besonders von Wichtigkeit ist, auch auf die Fälle ausgedehnt, wo die Energie des Mutterbodens für sich sicher nicht ausreichend ist, um den ganzen Ersatz zu bewerkstelligen.

Der Hauptsinn der Knochentransplantation liegt also in der Überpflanzung des Periostes als weiteren Quelle der Knochenproduktion. Aber auch das Knochengewebe selber, trotzdem es mit der Zeit abstirbt, spielt eine ganz wichtige Rolle. Es erfüllt, nachdem vermittels des Periostes seine Verbindung mit der Umgebung hergestellt ist, die von ihm als Knochen verlangte statische Funktion. Es ermöglicht dann die frühzeitige Inanspruchnahme des neugebildeten Knochengewebes und schützt es dadurch vor Resorption, die sonst, wenn es ohne Funktion bleibt, wie z. B. bei Transplantation in indifferente Weichteile, meist sein späteres Schicksal bildet. Schließlich, bleibt das Periost an den Stellen, wo es dem Knochen fest anhaftet, länger am Leben und Leistungsfähigkeit erhalten. Anderseits kann der Knochen seine statische Funktion erst dann erfüllen, wenn er mit dem Periost überpflanzt wird, denn »periostloser, lebender oder macerierter Knochen zeigt auch nach längerer Zeit (3 Mon.) nur äußerst spärliche und zarte Verbindungen mit den umgebenden Weichteilen«,

so daß er noch gar nicht in Anspruch genommen werden kann.

Jeder Bestandteil für sich überpflanzt hat meist nicht die Bedeutung, als wenn beide zusammen genommen werden.

Die Anschauungen Axhausens über den Sinn und Bedeutung der Knochentransplantation und die Rolle des Periostes dabei sind fast allgemein akzeptiert worden.

Sie wurden nur insofern angefochten, als Frankenstein glaubte, daß auch das Knochengewebe selber dem Tod entgehen und lebend einheilen kann, und Frangenheim meinte, im reparatorischen Prozesse spiele der Mutterboden die Hauptrolle, während das Periost des Fragmentes in die zweite Linie gestellt werden muß.

Frankenstein basierte hauptsächlich auf der Annahme, daß die verminderte Färbbarkeit der Zellen nur eine herabgesetzte Vitalität, nicht ihren Tod bedeute. Axhausen hat dagegen aufgewiesen, daß der Begriff der herabgesetzten Vitalität, die in sich die Möglichkeit des Auferstehens der Zellen birgt, schon in der Diskussion Barth-Ollier, von David u. a. geltend gemacht werden wollte, ist aber dann nach eingehender Prüfung von Marchand und den meisten anderen verworfen worden, und kann deshalb nicht wieder in Betracht gezogen werden.

Außerdem ist von Frankenstein der in der Literatur schon mehrmals angegebene Gedanke zugezogen worden, wonach die partielle Sequestierung für die Vitalität des Knochengewebes beweisend sei, da das tote Gewebe den Demarkationsprozeß nicht einleiten kann. Aber auch dieser Gedanke ist, wie oben ausführlicher besprochen wurde, nicht stichhaltig, denn der Demarkationsprozeß ist eine Aktion der bindegewebigen und knochenproduzierenden Elemente des Knochens, nicht des starren Knochengewebes selber und kann deshalb als Beweis des Lebens in demselben nicht gelten.

Schließlich ist die (partielle) Erhaltung mancher Zellgruppen im abgestorbenen Knochengewebe niemals bestritten worden. Daß aber die Erhaltung so weit gehen kann, daß der ganze Knochen am Leben erhalten bleiben sollte und daß man damit bei der Knochentransplantation ernst rechnen kann, ist

bis jetzt histologoisch nicht sicher festgestellt worden und scheint auch nicht von besonderem Interesse zu sein.

Frangenheim dagegen greift etwas das Periost an. Er anerkennt zwar die Überlegenheit des periostgedeckten lebenden Knochens vor jedem anderen Ersatzmaterial, er glaubt aber annehmen zu dürfen, daß der transplantierte Periost etwa minderwertig sei im Vergleich zum Periost des Mutterbodens und kommt weniger in Betracht als Quelle der Reparation, als das letzte. Er schloß es daraus, daß das neugebildete Knochengewebe oft später resorbiert wird, was auf Nervenunterbrechung und damit verbundene trophische Störung zurückzuführen sei, und daß in seinen, bis auf 60 Transplantationen sich stützenden Versuchen der Löwenteil des neugebildeten Knochens dem Callusgewebe des Mutterbodens zukommt.

Das erste läßt sich aber genügend durch die mangelhafte Inanspruchnahme erklären, und außerdem stellt sich die Innervation besonders in wachsenden Geweben bald wieder her.

Der zweite Befund scheint mehr in der Anordnung der Versuche seinen Grund zu haben, als der Ausdruck einer regelmäßigen Erscheinung zu sein, denn Frangenheim experimentierte vorwiegend an kleinen Defekten und nur bei jugendlichen, mit voller Wachstumsenergie versehenen Tieren, wo von vorne herein vom Mutterboden viel zu erwarten ist. Dazu noch untersuchte Frangenheim die transplantierten Knochen erst viele Monate nach deren Verpflanzung, und dann ist schon bekanntlich schwer zu unterscheiden, was und wem von den Teilnehmern in der Reparation eigentlich gehört, so daß vieles, was dem Überwachsen des Periostes von der Umgebung zugeschrieben wurde, doch noch dem überpflanzten Periosteste seine Entstehung zu verdanken haben konnte.

Im übrigen, wie gesagt, haben alle anderen Autoren die Ansichten Axhausens ganz anerkannt.

Die Anschauung über die Überlegenheit der Autoplastik vor jeder anderen Plastik hat sich als allgemeines Gesetz herausgestellt. In seiner Zusammenfassung der Beobachtungen über freie Transplantationen konnte Lexer die interessante

Tatsache feststellen, daß fast kein Gewebe von Individuen einer Tierspezies auf die einer anderen überpflanzen läßt, was wahrscheinlich auf Verschiedenheiten des Serums und des Zelleiweißes selbst beruht.

Ebenso wenig gelingt die Homoplastik der Haut, Schleimhaut, Gefäße etc. Dagegen beim Stützgewebe, speziell beim Knochen, hat sie sich gut bewerten lassen. Sie steht zwar, wie es Axhausen experimentell und histologisch nachgewiesen hat, bedeutend hinter der Autoplastik zurück, indem der Ersatz langsamer und weniger intensiv erfolgt, da das Periost nur an den Schnitträndern ganz erhalten bleibt, während von da ab die Proliferationsschicht und ossifikatorische Tätigkeit abnehmen (partielle Erhaltung), und die myelogene Knochenneubildung spärlicher ist, der Unterschied ist aber nur ein gradueller und gibt keinen Anlaß, die Knochen-Homoplastik aus der Praxis zu verbannen.

Umgekehrt, sie hat besonders an Bedeutung gewonnen, seitdem man auf dem Wege der Homoplastik zur Deckung riesig großer Defekte, z. B. wie der von Lexer eingeführte Ersatz ganzer oder halber Gelenke, heranzutreten wagt.

Die Homoplastik wird noch dazu von der Möglichkeit, Knochen von frisch gestorbenen zu verwenden, weitgehend unterstützt. Es ist schon längst von Grohé, Morpurgo, Ollier u. a. bewiesen worden, daß das Periost eine hohe, »vita propria«, d. h. die Eigenschaft, nach Absterben des Gesamtorganismus und Aufhören der Zirkulation noch längere Zeit, nach Grohé bis 100 Stunden, lebend und funktionsfähig zu bleiben, besitzt. Auch Axhausen hat durch seine Versuche, periostgedeckte Knochenstücke von längere Zeit toten Kaninchen zu überpflanzen, gefunden, daß »das ganze Bild so ist, als bei der Implantation von frischen Knochen nicht anders erwartet werden kann«. Dabei ist noch der Knochen keimfrei, wenigstens die ersten 12 Stunden nach dem Tode, wie es Bergemann durch Impfversuche festgestellt hat, und anderseits sind auch Konservierungsmethoden von Bauer u. a. angegeben, um periostgedeckte Knochen längere Zeit leistungsfähig zu erhalten.

Der einzige Nachteil des frisch toten Knochens ist bloß, daß der Organismus scheinbar nicht ganz tolerant ist gegen Einführung von toten Gewebes und reagiert ganz oft mit Eiterung und Allgemeinstörungen. Man zieht deshalb frisch amputierten Knochen immer dem toten vor.

Gegen die Homoplastik wird der Einwand erhoben, daß bei ihr die Gefahr der Übertragung von Krankheitserregern, Spirochaeten, Tb-Bazillen, Typhuserreger etc. besteht. Außer dem ist von Frangenheim ein Todesfall nach der Homoplastik beobachtet worden, und Lexer hatte einmal mit einer schweren Neurose seines Patienten, der die Einverleibung von fremden Knochen sehr unangenehm empfunden hat, zu tun. Man muß aber in Betracht ziehen, daß jetzt durch die bakteriologische Untersuchung der zu übertragenden Gewebsteile, wie es z. B. H. Kuttner in allen Fällen zu üben anregt, den Keimgehalt des Transplantates zu übersehen ziemlich ausgeschlossen ist. Dazu wird doch die Homoplastik erst dann angewendet, wenn auf anderem Wege den Ersatz herzustellen unmöglich oder sehr schwer ist, wie z. B. bei Verpflanzung von Gelenken und großen Knochenstücken. Im Notfall muß man aber etwas Risiko doch immer mit in Kauf nehmen.

Auch die Autoplastik schien einen gewissen Nachteil in sich zu bergen. Man vermutete, daß der Knochen an der Entnahmestelle sich nicht gut regenerieren kann. So meinte Streißler, daß an der Entnahmestelle zwar keine Schwächung des Knochens und keine funktionellen Defekte sich nachweisen fassen, eine vollständige Regeneration doch aber sehr selten auftritt. Es scheint aber diese Beobachtung mehr auf Konto der Technik, als auf gewisse Naturgesetze zu ruhen. Denn, wie Bier über 16 Fälle von größeren Transplantationen aus der Tibia, wobei das Mark mitverpflanzt wurde, berichtet, trat überall eine vollständige Restitutio ad integrum an der Entnahmestelle auf. Solche Beispiele gehören doch nicht zu den Ausnahmen, die das Gesetz bestätigen.

Die Knochenregeneration geht, nach Bier, hauptsächlich vom Mark aus, dem es überhaupt »eine größere Rolle bei der

Regeneration des Knochens zukommt, als man ihm gemeinhin zugeschrieben hat". Diese Meinung scheint jetzt von vielen vertreten zu sein. In der Tat scheint das Mark im reparatorischen Prozesse sich rege zu beteiligen. Es besitzt zwar nicht solch eine ausgesprochene vita propria, wie das Periost, es regeneriert sich aber sehr schnell und tritt dann energisch an die Ersatztätigkeit heran.

Bei der Freilegung des Markes beobachtet man oft das Auftreten von Entzündungserscheinungen und Fieber. Diese aseptische Entzündung aber ist, nach Biers Meinung, gerade nützlich für die Wundheilung, indem dieselbe dann energischer verläuft.

Eine gewisse Contraindikation geben infizierte Defekte, z. B. Hohlräume Osteomyelitis, Tuberkulose etc., ab. Doch scheint auch hier die Gefahr von Mißerfolgen der Transplantation etwas übertrieben zu sein. Schon Axhausen hat darauf hingewiesen, daß »milde Infektionen noch keineswegs die totale Vernichtung des transplantierten Periostes und Markes zur Folge zu haben brauchen«. Auch in Streißlers Zusammenstellung der Fälle von freier Knochentransplantation aus der Literatur waren 15 Störungen der Asepsis nur 4 Nekrosen des transplantierten Knochens zu verzeichnen. Schließlich muß man bedenken, daß jetzt, wo man mehr Zutrauen zu der Knochenplastik gewonnen hat und sie als ausgezeichnetes und ganz zuverlässiges Mittel betrachtet, man bei der Ausräumung von infizierten Höhlen viel radikaler vorzugehen wagen kann, weiter tief im gesunden operieren und dadurch in viel mehr Fällen als bis jetzt sich aseptische Höhlen, die für die Knochenplastik geeignet sind, schaffen (zu können).

Parallel mit der theoretischen Begründung der freien Knochentransplantation ging auch ihre praktische Anwendung. Es sind viele hunderte Operationen, unter denen auch viel riesig große zu verzeichnen sind, oft mit glänzendem Erfolg ausgeführt worden.

Unter den 192 Fällen aus der Literatur und 29 eigenen Operationen, die Streißler zusammengestellt hat, waren nur 12 %

bei der Autoplastik und 30% bei der Homoplastik von Mißerfolg begleitet. Allerdings ist schwer festzustellen, ob die Praktiker ebenso gern und regelmäßig ihre Mißerfolge der Öffentlichkeit vertrauen, als ihre gelungenen Operationen, was die statistischen Ergebnisse immer mit einer gewissen Reserve zu verwerten läßt, immerhin doch erlauben solche Zahlen, wie die angegebene, von einer glänzenden Leistung zu sprechen.

Von den vielen, oft wunderbar großen Operationen scheint mir besonders instruktiv die kürzlich von Bier veröffentlichte Transplantation eines von der Tibia mit Periost und Mark entnommenen Knochenstückes zum Ersatz der ganzen Oberarmdiaphyse, die bis auf einen kleinen unteren Rest entfernt wurde. Die Überpflanzung hat vor 15 Jahren stattgefunden, hat die Funktion des Armes leidlich hergestellt und jetzt sieht man im Röntgenbilde, wie der Knochen normale Dicke angenommen hat, bloß an manchen Stellen ist er um 2—3 mm schmäler, als der Knochen des anderen Armes. Auch zieht durch den ganzen transplantierten Knochen eine deutlich sichtbare zentrale Markhöhle hindurch.

Es ist kein Zweifel, daß in diesem Falle der neugebildete Knochen nicht der Umgebung, sondern dem überpflanzten Periost und Mark seine Entstehung zu verdanken hat, wenn man allerdings nicht nach Klapp u. a. annimmt, daß der Knochen lebend eingeheilt war. Der geschilderte Befund beweist, wie groß die Leistung der angeführten Elemente sein kann.

Und doch geschieht dabei nichts Auffallendes. Auch physiologisch ist der Knochen, wie jedes andere Gewebe, der Sitz von Ab- und Aufbauprozessen. Die ersten greifen die Knochensubstanz selber an, die letzteren werden vom Periost und, in geringerem Maße, vom Mark hergestellt. Man kann sich vorstellen, daß in einem gewissen Zeitraum der ganze gegebene Knochen durch neugebildeten Knochen ersetzt wird. Es wird nicht als Auffallendes empfunden, weil es eben physiologisch ist, etwas ganz gewöhnliches. Dasselbe aber geschieht auch bei der Überpflanzung von lebenden periostgedeckten Knochen. Das abgestorbene Knochengewebe ist der Sitz der Abbau-

prozesse — der Resorption, das Periost und Mark vollziehen die Apposition. Der Abbau des toten Knochens verläuft, wie es Axhausen betont, auf demselben Wege, wie in der Norm, durch lacunäre Resorption, Riesenzellen etc. Der Unterschied ist bloß, daß die Resorption und Apposition nicht so zu einander angepaßt sind, wie es physiologisch der Fall ist, indem die erste viel rascher vor sich geht, als normal.

In diesem Falle sehen wir auch eine Markhöhle sich ausgebildet haben. Fast immer nimmt der überpflanzte Knochen den Bau und Architektur des Mutterbodens an, und ist mit der Zeit von demselben gar nicht zu unterscheiden.

Es ist auch das nicht auffallend. Der innere Bau des ausgebildeten Knochens, die Stärke, Dicke und Anordnung der Knochenbälkchen und Platten sind, wie es M. Meyer noch seinerzeit bewiesen hat, der Stellung und Aufgabe des betreffenden Knochens in der Statik und Mechanik des Skelettes am zweckmäßigsten angepaßt, oder, mit anderen Worten, die Architektur des Knochens ist das Resultierende zwischen den physikalischen Eigenschaften des Knochengewebes und den Kräften (Zug, Druck etc.), die auf den Knochen von außen einwirken. Überpflanzt man nun einen Knochen von einer Stelle auf die andere, so versetzt man ihn unter dieselben äußeren Verhältnisse, unter denen sein Vorgänger sich befand. Und da die inneren Eigenschaften des Knochengewebes beim selben Individuum unter denselben Ernährungsbedingungen dieselben sind, so muß der überpflanzte Knochen den inneren Bau seines Vorgängers annehmen.

Die freie Knochentransplantation hat bedeutende Fortschritte die letzte Zeit gemacht und wird jetzt allgemein angewendet.

Von einem gut gelungenen Falle erlaube ich mir hier zu berichten.

Ich erlaube auch mir zugleich dem Herrn Professor Dr. Axhausen meinen besten Dank für die Erlaubnis, den Fall zu veröffentlichen, und die Leitung in dieser Arbeit auszusprechen.

Frl. M. 16 Jahre alte Klavierlehrerin. Seit 3—4 Jahren bemerkte Patientin eine zunehmende Schwellung an der Kleinfingerseite ihrer rechten Hand, die ihr indes weder Bewegungsbehindernis noch Schmerzen verursachte. Die Schwellung hat trotzdem bis zur jetzigen Größe zugenommen. Sonstige Anamnese ohne Belang. Lues —. Bei dem etwas chlorotischen, sonst aber gesunden Mädchen finden wir einen klein-hühnereigroßen Tumor an der Ulnarseite der rechten Hand, entsprechend der distalen Hälfte des fünften Metaearpus. Der Tumor ist von normaler Haut bedeckt, die auf ihm verschieblich ist; er ist mehr dorsal und unten entwickelt; er ist wohlumschrieben, knochenhart und druckunempfindlich! er geht oben in den Metaearpus über und kommt nach unten bis nahe an das Metaearpus-pharagealgelenk heran. Der Tumor scheint der Resistenz nach der aufgetriebene Metaearpus selbst zu sein.

Im Röntgenbilde, welches den 30. V. 13 aufgenommen wurde, erscheinen die distale ⅔ des betreffenden Metacarpus von einer nach distalwärts zu zunehmenden Auftreibung eingenommen. Die Auftreibung gibt im Bilde einen ziemlich dunklen Schatten, der distal und radial scharf und glatt abgegrenzt ist, proximal und ulnar hellt er sich allmählich auf und geht in den Schatten des Metacarpus über. Der proximale Abschnitt des Metacarpus ist ganz normal.

Am 3. 6. 13 ist die Operation von Herrn Prof. Axhausen unter Lokalanesthesie ausgeführt worden. Etwa 8 cm langer, nach volar konkaver Längsschnitt an der Ulnarseite der rechten Hand. Freilegung des aufgetriebenen Metacarpus ringsum. Der Tumor geht bis dicht an den distalen Gelenkknorpel des Metacarpus heran. Deshalb quere Resektion des Metacarpus proximal vom Tumor. Zur Deckung des Defektes wird ein gut bleistiftdickes Knochenstück vom vorderen Tibiarande ebenfalls in Lokalanesthesie entnommen. Das Periost wird so reichlich genommen, daß es nach der Entfernung sowohl ringsum um das Knochenstück herumgelegt, so auch an dem einen Querende über die runde Knochenquerfläche herumgeklappt

werden kann; durch einige feine Catgutnähte wird es in dieser Lage erhalten. Das andere Querende wird zugespitzt und in der Markhöhle des erhaltenen Metacarpalteiles nach dessen Aushöhlung eingefügt. Das mit Periost bedeckte Querende wird mit der Basalgelenkfläche der V Grundphalanx in Kontakt gebracht und die Gelenkkapsel darüber ausgebreitet und mit einigen Catgutnähten fixiert. Dann komplette Wundnaht in zwei Etagen. Verband mit Filzstahlschienchen.

Der resecierte Knochenfragment ist über 4 cm lang und in seinem dicksten Teile etwa 3 cm breit. Die dorso-radiale Seite ist knollig aufgetrieben und fühlt sich derb-elastisch an. Im Längsschnitte bietet die Geschwulst ein gleichmäßiges, bläulich-weißes, etwas opalescierendes Aussehen und hebt sich durch ihren Farbeton von der Umgebung scharf ab. Proximal sieht man den mehr gelben Metacarpusknochen durchschimmern. Die Corticalis des Metacarpus ist bis auf eine ganz dünne Schale reduziert.

Die mikroskopische Untersuchung ergibt, daß der Tumor ein Chondrom ist. Er besteht aus lauter Haufen von Knorpelzellen, die voneinander durch Zügen lockeren Bindegewebes geschieden sind, und hat stellenweise ein lappiges Aussehen. An manchen Stellen nimmt die Geschwulst einen mehr sarcomatösen Charakter an. Man sieht große Haufen von jungen Knorpelzellen, die meist zu 2—3 in einer Kapsel liegen und sehr spärliche Zwischensubstanz aufweisen. Der Randknochen bildet einen ganz dünnen Saum und ist stellenweise von Geschwulstgeweben durchbrochen. Hie und da sieht man Inseln und Bälkchen von stark careficierter Knochensubstanz liegen. Der Lage und Beschaffenheit nach muß die Geschwulst als ein Enchondrom angesehen werden.

Die Patientin wurde ambulant behandelt. Glatte Heilung der Wunde. Nachdem die knöcherne Verlötung des Transplantates mit dem erhaltenen Metacarpus festgestellt wurde, wurde auch die Nachbehandlung mit Massage und Bewegung im Grundphalanx des fünften Fingers eingeleitet.

Die Röntgenaufnahme am 30. VI. ergibt nur noch wenig

Veränderungen am eingesetzten Knochenstücke. Von Knochenneubildung und knöcherner Verbindung mit der Umgebung ist noch nichts zu merken. Der mehr poröse, markhaltige Abschnitt des Transplantates kommt radial zu liegen und unterscheidet sich durch seinen intensiveren Schatten von der ulnar liegenden Cortikalis.

Desto auffallender ist das Bild, welches die Röntgenaufnahme am 16. 8., also nach etwa 1 ½ Mon., uns bietet. Das Transplantat ist nur ganz minimal dünner geworden und sieht auch etwas mehr careficiert aus. An seinem proximalen Ende sieht man ziemlich dicke Knochenzüge die Verbindung mit dem erhalten gebliebenen Metacarpus herstellen. Besonders mächtig ist das neugebildete Knochengewebe an der radialen Seite, wo die poröse Hälfte des Transplantates gelegen ist, entwickelt. An der ulnaren Seite präsentiert sich die Neubildung durch eine Knickung des Randes und proximal zunehmende Verdickung des proximalen Abschnittes. Das zugespitzte, in der Aushöhlung des Metacarpus steckende proximale Ende des Transplantates ist ebenfalls verdickt und geht schon stellenweise in den Metacarpus über. Das distale Querende des Transplantates ist deutlich abgerundet, und mehr der Gelenkfläche der Grundphalanx angepaßt.

Der 5. Finger steht in Abduktionsstellung und kann nicht recht gut adduziert werden. Die Endphalanx des V. Fingers ist etwas paretisch. Der rechte Hypotenar leicht atrophisch. Sonst ist der V. Finger gut beweglich. Bloß stärkere und häufige Bewegungen sind schmerzhaft. Das alles ist wohl auf eine unvermeidliche Verletzung des Interessenz während der Operation zurückzuführen.

Am 4. 12. ist wieder eine Röntgenaufnahme gemacht worden. Das Transplantat gibt jetzt einen mehr gleichmäßigen Schatten. Das proximale Ende ist noch stärker verdickt und mit dem Metacarpus verlötet.

Am 25. 3. 14 kam die Patientin wieder zur Nachuntersuchung. Der V. Finger steht immer noch in Abductionsstellung, kann aber besser adduziert werden. Die Bewegungen

sind nicht mehr schmerzhaft und das Klavierspielen mehrere Stunden nacheinander fällt der Patientin gar nicht schwer.

Im Röntgenbilde ist der Übergang zwischen dem Metacarpus und Transplantat schon ganz vollständig. Der Callus an der radialen Seite hat sich zurückgebildet. Beide Hälften des Transplantates geben einen ganz gleichmäßigen Schatten. In der Mitte sieht man einen helleren Schatten ziehen, vielleicht eine Andeutung der zukünftigen Markhöhle. Die Dicke des Transplantates hat nicht abgenommen. Das distale Ende des Fragmentes ist deutlich verdickt (was an der Abknickung der Ränder zu sehen ist) und carficiert und nähert sich damit dem normalen Gelenkkopfe.

Jetzt ist schon ziemlich ein Jahr nach der Operation verstrichen und, ich glaube, man kann mit den Resultaten derselben höchst zufrieden sein. Der überpflanzte Knochen ist vollständig eingeheilt. Die Funktion, abgesehen von der Interosseusparese, wieder hergestellt, was schon daraus zu schließen ist, daß die Patientin ihrem Berufe als Klavierlehrerin ungehindert nachgehen kann.

Hervorzuheben ist dabei, daß das Transplantat an Dicke fast gar nicht abgenommen hat. Das ist besonders auffallend, wenn man es vergleicht mit den Resultaten nach Verwendung von toten Knochen. So sehen wir z. B. in dem von Kausch in Bruns Beiträgen Bd. 68 veröffentlichten Falle vom Ersatz eines Knochendefektes durch ein totes Knochenstück, wie das letzte in kurzer Zeit ganz bedeutend atrophiert ist. Dieser Unterschied ist wohl nicht anders zu erklären, als das der lebende periostgedeckte Knochen der Resorption größeren Widerstand leistet, als der tote Knochen.

Dieser Fall scheint mir noch deshalb interessant zu sein, weil man von vorne herein sagen konnte, daß keine andere Methode hier dasselbe zu leisten imstande sein wird, wie die eben angewendete. Denn als Quelle des Defektersatzes kommt in diesem Falle nur das erhalten gebliebene proximale Stück des Metacarpus in Betracht, und es ist sicher auszuschließen,

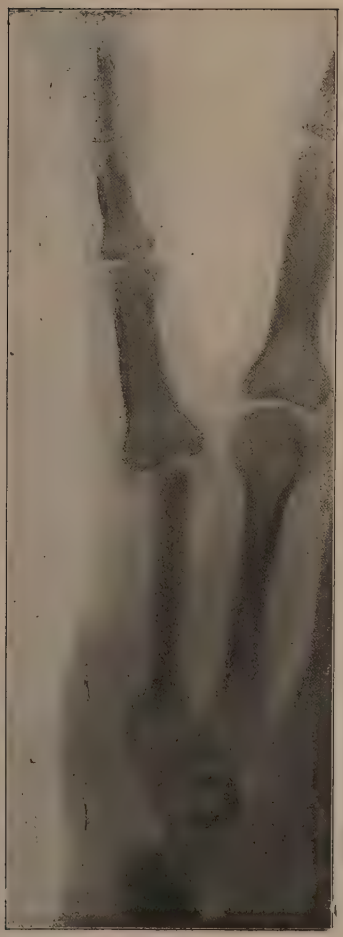
daß dieses etwa 2 cm lange Fragment einen neuen Knochen von über 4 cm Länge neuzubilden imstande wäre.

Wir sehen ferner auch bei dieser Überpflanzung die Tendenz des Transplantates den Bau und Form seines Vorgängers anzunehmen, was in diesem Falle besonders ausgeprägt ist, indem das distale Querende sich im Laufe der Zeit in ein beinahe zu normales Gelenkende umgewandelt hat, und es hat sich ein wahres Gelenk zwischen dem Transplantet und dem Finger neu gebildet.

Schließlich ist noch zu erwähnen, daß an der Entnahmestelle der Knochen sich ziemlich weit, sofern man es der Palpation nach beurteilen kann, regeneriert, und die Haut ist über den Knochen gut verschieblich.

Bedenkt man noch dazu, daß dieses, man kann direkt sagen glänzende Resultat, bei ambulant durchgeführter Operation und reaktionsloser Einheilung erreicht worden ist, so darf man die freie Knochentransplantation als eins unserer wichtigsten Heilmittel ohne weiteres anerkennen.

II



I

Literatur.

Bis Ende 1909 reichend, bei Streißler in Bruns Beiträgen zur klinischen Chirurgie, Bd. 71 S. 196.

Außerdem:

1. Axhausen: Arbeiten auf dem Gebiete der Knochenpathologie und Knochenchirurgie. Arch. für klin. Chir. Bd. 94 S. 241.
2. Axhausen: Ueber den histologischen Vorgang bei der Transplantation von Gelenkenden. Ibid. 99 S. 1.
3. Axhausen: Ueber die Wundgestaltung bei Operationen am Rippenknorpel. Ibid 99 S. 219.
4. Axhausen: Histologische und klinische Gesetze der freien Osteoplastik auf Grund von Tierversuchen. Ibid 88 S. 23.
5. Ergebnisse der freien Knochenüberpflanzung. Ergebnisse der wissenschaftl. Medizin. 1911. S. 101.
6. Bier: Beobachtungen über Knochenoperationen. Arch. f. klin. Chir. Bd. 100 S. 91.
7. Bittner: Knochenplastik nach Resektionen an langen Röhrenknochen. Centralblatt für Chir. 1910. S. 571.
8. Baschkirzew und Petrow: Beiträge zur freien Knochenüberpflanzung. Deutsche Zeitschr. f. Chir. Bd. 113, H. 5/6.
9. Bauer: Verpflanzung konservierter Knochen. 39. Chir.-Kongr S. 170.
10. Chiari: Ueber Knochentransplantation. Münch. med. W. 1912. S. 2502.
11. J. Disse: Zur Bildung der Grundsubstanz des Knochengewebes. Anatomischer Anzeiger. 1911.
12. J. Disse: Ueber das Dickenwachstum der Knochen. Handbuch der Anatomie des Menschen von Bardeleben.

12a. Enderlen: 6 Fälle. Münch. med. Woch. 1910-35.

13. Frangenheim: Dauerresultate der Osteoplastik im Tierversuche. Arch. f. klin. Chir. Bd. 93 S. 191.
14. Flörken: Zur Knochenautoplastik. Münch. med. W. 1912-44.

15. Görg, August: Ueber Knochentranspl. Dissert. Heidelberg. 1913.
16. Gessler, Georg: Freie Knochentranspl. Dissert. Leipzig. 1911.
17. Holey: Uber Osteoplastik. Dissert. Leipzig. 1907.
18. Göbel: Freie Periost-Knochen-Transpl. Münch. med. Woch. 1912-28.
19. H. von Haberer: Zur Frage der Knochenzysten, zugleich ein Beitrag zur fr. Knochentranspl. Arch. f. klin. Chir. Bd. 93 S. 791.
20. Jokoi: Experimenteller Beitrag zur Knochenneubildung durch Injektion bezw. Implantation von Periostemulsion. Deutsche Zeitschr. f. Chir. Bd. 118.
21. Jon Juianu: Beiträge zum Studium der Transplantationen. Arch. für klin. Chir. Bd. 102 S. 52.
22. Joseph: Zur Nasenplastik aus der Tibia. 39. Chir.-Kongr.
23. Kausch: Ueber Knochenersatz. Bruns Beiträge. Bd. 68.
24. Kausch: 38. Chirurgen-Kongreß. S. 229.
25. König: Ueber die Implantation von Elfenbein zum Ersatz von Knochen etc. Zentralbl. f. Chir. 1912-30.
26. Küttner: Einige Dauerresultate der Transpl. aus der Leiche und aus Affen. Arch. f. klin. Chir. 102-48.
27. Küttner: Fall. 39. Chirurgen-Kongreß. S. 188.
28. Klopfer: Freie Fetttranspl. in Knochenhöhlen. Bruns Beiträge. 84.
29. Lexer: Ueber freie Transplantationen. Arch. f. kl. Ch. 95-827.
30. Lexer: Gelenktransplantationen. 39. Chirurg.-Kongr. S. 102.
31. Lexer: Nasenoperationen. 39. Chirurgen-Kongreß. S. 155.
32. Lexer: Fall. 38. Chirurgen-Kongreß. S. 410.
33. Lobenhoffer: Freie Osteoplastik. Bruns Beitr. 70-387.
34. Leonte: Greffe ostéoarticulaire dans un cas de Spina ventosa. Bull et mem. de la soc. de Chir. 1912. H. 22.
35. Mollier: Knochenentwickelung. Sitzungsbericht der Gesellschaft für Morphologie und Physiologie in München. 1911.
36. Nyström: Klin. Beiträge zum osteoplastischen Ersatz von Unterkieferdefekten. Arch. f. kl. Chir. 98-1001.
37. Pokotilo: Ueber das Schicksal lebender Knochen, die in Weichteile transplantiert worden sind. Ibid Bd. 93 S. 143.
38. Rehn und Wakobaiasky: Die Harnbolzung im Experiment und ihre klinische Verwendung. Ibid Bd. 96.
39. M. Schwab: Knochen- und Gelenktranspl. Deutsche med. Woch. 1912. 2029 u. 2081.
40. Schepelmann: Freie Periostverpflanzung. Arch. f. klin. Chir. 101-493.
41. Stockey: Freie Knochentranspl. bei der Pseudarthrosenbehdlg. Bruns Beiträge. Bd. 80 S. 83.

41a. Schmieden: Fälle. Deutsche Zeitschr. f. Chir. Bd. 75.
42. Stieda: Beiträge zur freien Knochenplastik. Arch. für klin. Chir. 94.
43. Stieda: Fälle. Münch. med. Wochen. 1910. 42.
44. Tillmann: Fälle. Münch. med. Woch. 1910. 42.
45. Garrè: Fälle. Münch. med. Woch. 1910. 42.
46. Tsunodo: Exper. Studien zur Frage der Knochenneubildung aus verlagertem Periost-Osteoblasten. Virch. Arch. 200.
47. Tuffie: Transplantation osseuse. état de la greffe après 41 jours. Bull. et mem. de la soc. de Chir. 1912. Nr. 22.
48. Wolf: Fall. 39. Chirurgen-Kongreß. S. 105.
49. Wrede: Fall. 38. Chirurgen-Kongreß. S. 238.
50. Wettstein: Erfahrungen mit der Jodoform-Knochen-Plombe nach Mosetig-Moorhof. Mediz. Klinik. 1912.

Lebenslauf.

Ich, Salkind Jawitsch, mosaischer Konfession, bin 1887 als Sohn des Kaufmanns Mose Jawitsch in Witebsk (Rußland) geboren, habe dort 1907 das Gymnasium absolviert, bin dann Michaelis 1909 an der medizinischen Fakultät zu Königsberg immatrikuliert worden und seit 1912 bin ich an der Universität Berlin immatrikuliert.

Während meines Studiums habe ich die Vorlesungen folgender Herren Professoren besucht:

in Königsberg:

Prof. Dr. Braun, Ellinger, Hermann, Henke, Hoffmann, Joachim, Kaufmann, Klinger, Klieneberger, Mez, Stieda, Zander,

und in Berlin:

Prof. Dr. Waldeyer; Ort, Salkowski, Henneberger; Kraus, His, Jochmann, Brughsch, Adolf Lazarus, Rothmann, Albu; Hildebrand, Bier, Axhausen, Borchardt, Klapp; Bumm, Blumreich, Straßmann; Heubner, Bendix, Czerny; Passow, Bonhoeffer, Killian; Flügge, Grotjan; Krückmann, Thorner, Abelsdorf; Lesser, Arndt; Lewin.

Allen seinen hochverehrten Lehrern spricht Verfasser seinen Dank aus.